



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
PATENT APPLICATION

Applicant: Makoto Ueda
Serial No.: 10/710,185
Filed: 06/24/2004
Title: Transparent Latch Circuit

Art Unit: 2819
Examiner: Dylan White
Atty. Docket: JP920030086US1

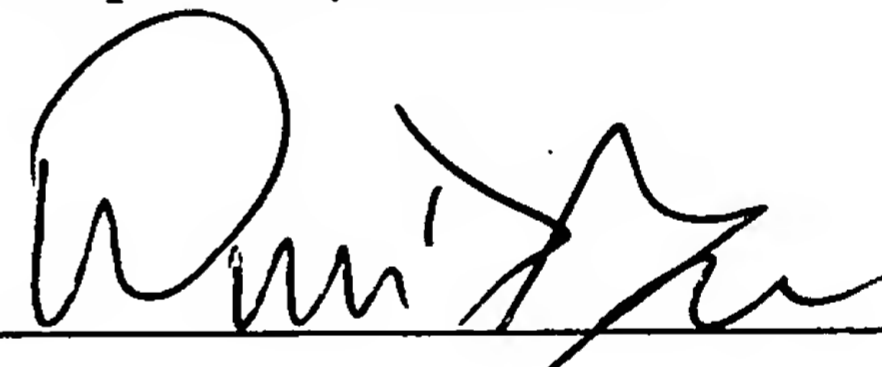
Commissioner For Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicant is hereby submitting certified copy of the foreign application, TRANSPARENT LATCH CIRCUIT, Patent Application # JP2003-185054 filed on 27 JUNE 2003, as specified in 35 U.S.C. § 119(b).

Respectfully submitted,

Date: 7 Feb 2006

By: 

William D. Sabo, Reg. 27,465
IP Law Department
IBM Corporation
1000 River Street
Essex Junction, VT 05452
Tel.: 802-769-9454

CERTIFICATE OF MAILING OR FAXING

I, hereby, certify that on the date shown below, this correspondence is being sent by:

MAIL

☒ deposited with the United States Postal Service
with sufficient postage as Express Mail #
in an envelope addressed to:
Commissioner for Patents, Alexandria VA 22313-1450

Feb 7, 2006
Date

FACSIMILE

☐ transmitted by facsimile to the Patent and
Trademark office

Arnette Dodge
Name
Arnette Dodge
Signature

03 086

BUR

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2003年 6月27日
Date of Application:

出願番号 特願2003-185054
Application Number:

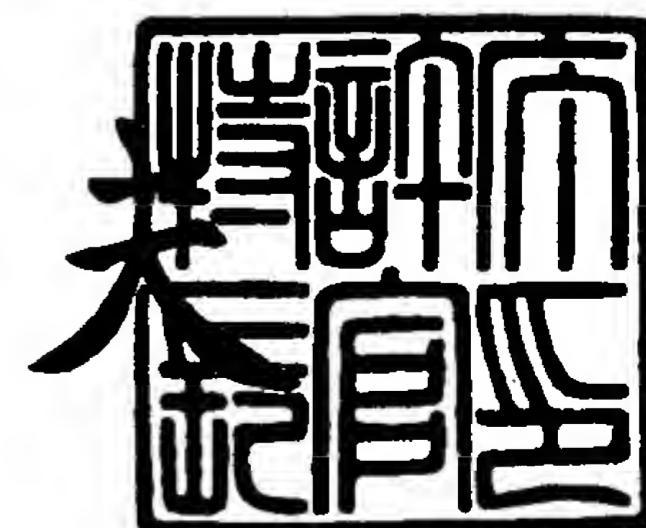
[ST. 10/C]: [JP 2003-185054]

出願人 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーシ
Applicant(s): ヨン

2004年 3月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 JP9030086

【提出日】 平成15年 6月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01R 31/28
G06F 11/22

【発明者】

【住所又は居所】 滋賀県野洲郡野洲町大字市三宅 8 0 0 番地 日本アイ・
ビー・エム株式会社 野洲事業所内

【氏名】 上田 真

【特許出願人】

【識別番号】 390009531

【氏名又は名称】 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレ
ーション

【代理人】

【識別番号】 100086243

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 博

【代理人】

【識別番号】 100091568

【弁理士】

【氏名又は名称】 市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】 100108501

【弁理士】

【氏名又は名称】 上野 剛史

【復代理人】

【識別番号】 100104444

【弁理士】

【氏名又は名称】 上羽 秀敏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 165170

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706050

【包括委任状番号】 9704733

【包括委任状番号】 0207860

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 トランスペアレントラッチ回路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データ信号を受け、周期的に変動する第 1 の信号に応答して前記データ信号をラッチする第 1 のラッチ回路と、

前記第 1 のラッチ回路の出力信号を受け、前記第 1 の信号と相補の第 2 の信号に
応答して前記第 1 のラッチ回路の出力信号をラッチする第 2 のラッチ回路と、

外部から入力されるテスト信号を受け、前記テスト信号が非活性状態のとき、
前記第 1 及び第 2 のラッチ回路のいずれか一方に対して、そのラッチ回路が受け
た信号をスルーさせるラッチ停止手段とを備えることを特徴とするトランスペア
レントラッチ回路。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のトランスペアレントラッチ回路であって、
前記ラッチ停止手段は、前記第 1 の信号と前記テスト信号とを受け、前記テス
ト信号が活性状態のとき前記第 2 の信号を出力し、前記テスト信号が非活性状態
のときラッチ停止信号を出力する論理ゲートを含み、

前記第 2 のラッチ回路は、前記ラッチ停止信号を受けている間、前記第 1 のラ
ッチ回路の出力信号をスルーすることを特徴とするトランスペアレントラッチ回
路。

【請求項 3】 請求項 1 に記載のトランスペアレントラッチ回路であって、
前記ラッチ停止手段は、前記第 2 の信号と前記テスト信号とを受け、前記テス
ト信号が活性状態のとき前記第 1 の信号を出力し、前記テスト信号が非活性状態
のときラッチ停止信号を出力する論理ゲートを含み、

前記第 1 のラッチ回路は、前記ラッチ停止信号を受けている間、前記データ信
号をスルーすることを特徴とするトランスペアレントラッチ回路。

【請求項 4】 請求項 1 に記載のトランスペアレントラッチ回路であって、
前記ラッチ停止手段は、
前記テスト信号が非活性状態のとき、前記第 1 のラッチ回路が受けた信号をス
ルーさせる複数の第 1 のラッチ停止手段と、

前記テスト信号が非活性状態のとき、前記第 2 のラッチ回路が受けた信号をス

ルーさせる複数の第 2 のラッチ停止手段とを含み、

前記トランスペアレントラッチ回路は、

前記第 1 のラッチ停止手段を含む第 1 のトランスペアレントラッチ回路と、

前記第 2 のラッチ停止手段を含む第 2 のトランスペアレントラッチ回路とを含み、

前記第 1 のトランスペアレントラッチ回路と前記第 2 のトランスペアレントラッチ回路は交互に接続されることを特徴とするトランスペアレントラッチ回路。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、トランスペアレントラッチ回路に関し、さらに詳しくは、スキャンテストが実施できるトランスペアレントラッチ回路に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

大規模化、複雑化した半導体装置には複数のトランスペアレントラッチ回路や複数のフリップフロップ回路が備えられる。図 7 にトランスペアレントラッチ回路 T L を、図 8 にフリップフロップ回路 F F をそれぞれ示す。フリップフロップ回路 F F は 2 つのトランスペアレントラッチ回路 T L を組み合わせて構成される。

【0 0 0 3】

半導体装置内部の論理回路（以下、論理コーンと称する）に故障が存在するかどうかの判断はスキャンテストにより行われる。スキャンテストでは、半導体装置内部の複数のフリップフロップ回路 F F を直列に接続してシフトレジスタとし、所望の論理コーンの出力信号（ファンクションデータ信号）をシフトレジスタで順次シフトし、そのファンクションデータ信号を外部へ出力する。このようなスキャンテストを想定して半導体装置を設計することをスキャン設計といい、スキャンテスト時フリップフロップ回路 F F を直列に接続した状態をスキャンパスと称する。

【0 0 0 4】

スキャン設計には、1相のクロック信号を用いたスキャンテストを想定したGSD (General Scan Design) と、2相のクロック信号を用いたスキャンテストを想定したLSSD (Level Sensitive Scan Design) とがある。LSSDは、独立した2つのクロック信号でスキャンテストを行うため、タイミングエラーが発生しないというメリットがあるが、回路構成が複雑になるため、回路規模が大きくなる。一方、GSDはLSSDよりも回路構成を簡素化でき、回路規模を抑えることができる。

【0005】

しかしながら、GSDでは1相のクロック信号を用いるため、クロック信号の立ち上がり（又は立ち下がり）で信号の読み込みや出力を行う複数のフリップフロップ回路FFをスキャンチェーンとすることはできるが、クロック信号のレベル（Hレベル又はLレベル）に応じて信号を保持又はスルーするトランスペアレントラッチ回路TLをスキャンチェーンの一部とすることはできない。

【0006】

図9を参照して、半導体装置内の論理コーン500と論理コーン501との間に複数のフリップフロップ回路FF1～FF5が配置されている場合のスキャンテストの動作を説明する。各フリップフロップ回路FF1～FF5にはマルチプレクサMP1～MP5により論理コーンからの出力信号（ファンクションデータ信号DI）又はスキャンデータ信号SIが入力される。スキャンテスト時、フリップフロップ回路FF1～FF5は直列に接続されスキャンチェーンを構成する。論理コーン50内の組合せ回路400から出力されたファンクションデータ信号DIはマルチプレクサMP1を介してフリップフロップ回路FF1に入力される。ファンクションデータ信号DIがフリップフロップ回路FF1に入力された後、マルチプレクサMP1はスキャンデータ信号SIを選択し、フリップフロップ回路FF1にスキャンデータ信号SIが入力される。クロック信号CLKに基づいてファンクションデータ信号DIはフリップフロップ回路FF1からFF2へ、さらにFF3へと順次シフトされ、最終的には出力ノード502からファンクションデータ信号DIが出力される。以上のように、スキャンチェーンを複数のフリップフロップ回路FF1～FF5で構成する場合、所望の組合せ回路40

0 から出力されるスキャンデータ信号 D I を外部へ出力できる。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、図 1 0 を参照して、スキャンチェーン内にフリップフロップ回路 F F 1 の代わりにトランスペアレントラッチ回路 T L が含まれる場合は、スキャンチェーンがシフトレジスタとして機能しない。トランスペアレントラッチ T L はクロック信号 C L K の立ち上がり又は立ち下がりに応答して受けたデータを後段のフリップフロップ回路 F F 2 に伝達できない。

【 0 0 0 8 】

よって、フリップフロップ回路 F F 1 の代わりにトランスペアレントラッチ回路 T L を配置した場合、スキャンテスト時にはトランスペアレントに外部からテスト信号 T E を入力することでトランスペアレントラッチ回路 T L をスルーバッファとし、フリップフロップ回路 F F 2 ～ F F 5 でスキャンチェーンを構成する。その結果、組合せ回路 4 0 0 から出力されたファンクションデータ信号 D I を外部へ出力することができない。

【 0 0 0 9 】

トランスペアレントラッチ回 T L を論理コーン 5 0 0 の一部として考えた場合、トランスペアレントラッチ回路 T L を含む論理コーン 5 0 0 で入力データに対して出力データが一義的に決まらない。トランスペアレントラッチ回路 T L がデータをスルーする結果、ループが生じることがあるためである。よって、トランスペアレントラッチ回路 T L を論理コーン 5 0 0 の一部とすることもできない。

【 0 0 1 0 】

よって、G S D においてはトランスペアレントラッチ回路を利用するメモリ回路のラッパーやサイクルスチールでは、スキャンテストを実施できない。その結果、半導体装置全体のテストカバレッジが低下する。

【 0 0 1 1 】

【特許文献 1】

特開平 4 - 2 1 6 6 4 3 号公報

【特許文献 2】

特開平 3 - 1 1 1 7 7 6 号公報

【特許文献 3】

特開昭 6 0 - 2 5 4 7 4 0 号公報

【特許文献 4】

特開昭 5 7 - 1 0 6 2 3 8 号公報

【0 0 1 2】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、G S D でスキャンテスト可能なトランスペアレントラッチ回路を提供することである。

【0 0 1 3】

【課題を解決するための手段】

本発明によるトランスペアレントラッチ回路は、第 1 のラッチ回路と第 2 のラッチ回路とラッチ停止手段とを備える。第 1 のラッチ回路は、データ信号を受け、周期的に変動する第 1 の信号に応答してデータ信号をラッチする。第 2 のラッチ回路は、第 1 のラッチ回路の出力信号を受け、第 1 の信号と相補の第 2 の信号に応答して第 1 のラッチ回路の出力信号をラッチする。ラッチ停止手段は、外部から入力されるテスト信号を受け、テスト信号が非活性状態のとき、第 1 及び第 2 のラッチ回路のいずれか一方に対して、そのラッチ回路が受けた信号をスルーさせる。

【0 0 1 4】

本発明によるトランスペアレントラッチ回路は、テスト信号が非活性状態のとき、第 1 及び第 2 のラッチ回路のうちのいずれか一方がラッチ回路として動作し、他方が受けた信号をそのままスルーする。よってテスト信号が非活性状態となる通常動作時は、トランスペアレントラッチ回路はラッチ回路として動作する。また、テスト信号が活性状態のときは、第 1 及び第 2 のラッチ回路はともにラッチ回路として動作し、第 1 のラッチ回路は第 1 の信号に応答してラッチし、第 2 のラッチ回路は第 1 の信号と相補の第 2 の信号に応答してラッチする。その結果、テスト信号が活性状態となるスキャンテスト時は、トランスペアレントラッチ回路はフリップフロップ回路として動作する。よって、第 1 の信号のみに基づいてスキャンテスト動作を行うことができ、G S D でもスキャンテストが可能とな

る。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、ラッチ停止手段は、第 1 の信号とテスト信号とを受け、テスト信号が活性状態のとき第 2 の信号を出力し、テスト信号が非活性状態のときラッチ停止信号を出力する論理ゲートを含み、第 2 のラッチ回路は、ラッチ停止信号を受けている間、第 1 のラッチ回路の出力信号をスルーすることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

これにより、テスト信号が非活性状態となる通常動作時は第 2 のラッチ回路はラッチ停止手段からラッチ停止信号を受ける。そのため、第 2 のラッチ回路は受けた信号をそのままスルーする。一方、第 1 のラッチ回路はラッチ回路として動作する。また、スキャンテスト時はテスト信号が活性状態となるため、第 2 のラッチ回路は第 1 の信号と相補の信号を受け、ラッチ回路として動作する。その結果、スキャンテスト時にトランスペアレント回路はフリップフロップ回路として動作し、第 1 の信号に基づいてスキャンテストが可能となる。

【 0 0 1 7 】

好ましくは、ラッチ停止手段は、第 2 の信号とテスト信号とを受け、テスト信号が活性状態のとき第 1 の信号を出力し、テスト信号が非活性状態のときラッチ停止信号を出力する論理ゲートを含み、第 1 のラッチ回路は、ラッチ停止信号を受けている間、データ信号をスルーすることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

これにより、テスト信号が非活性状態となる通常動作時は第 1 のラッチ回路はラッチ停止手段からラッチ停止信号を受ける。そのため、第 1 のラッチ回路は受けた信号をそのままスルーする。一方、第 2 のラッチ回路はラッチ回路として動作する。また、スキャンテスト時はテスト信号が活性状態となるため、第 1 のラッチ回路は第 2 の信号と相補の第 1 の信号を受け、ラッチ回路として動作する。その結果、スキャンテスト時にトランスペアレント回路はフリップフロップ回路として動作し、第 2 の信号に基づいてスキャンテストが可能となる。

【 0 0 1 9 】

好ましくは、ラッチ停止手段は、第 1 のラッチ停止手段と、第 2 のラッチ停止

手段とを含む。第 1 のラッチ停止手段は、テスト信号が非活性状態のとき、第 1 のラッチ回路が受けた信号をスルーさせる。第 2 のラッチ停止手段は、テスト信号が非活性状態のとき、第 2 のラッチ回路が受けた信号をスルーさせる。トランスペアレントラッチ回路は、第 1 のトランスペアレントラッチ回路と第 2 のトランスペアレントラッチ回路とを備える。第 1 のトランスペアレントラッチ回路は第 1 のラッチ停止手段を含む。第 2 のトランスペアレントラッチ回路は第 2 のラッチ停止手段を含む。第 1 のトランスペアレントラッチ回路と第 2 のトランスペアレントラッチ回路は交互に接続される。

【 0 0 2 0 】

複数の第 1 のトランスペアレントラッチ回路同士を連結して通常動作を行う場合、又は複数の第 2 のトランスペアレントラッチ回路同士を連結して通常動作を行う場合、互いに隣接するトランスペアレントラッチ回路間で第 1 の信号を反転させるための回路素子を挿入する必要があるが、回路素子の挿入はクロックスキューを発生させる。本発明によるトランスペアレントラッチ回路では、第 1 のトランスペアレントラッチ回路と第 2 のトランスペアレントラッチ回路とを交互に接続することで、各トランスペアレントラッチ回路間に回路素子の挿入を不要とする。そのため、クロックスキューの発生を防止できる。

【 0 0 2 1 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照し、本発明の実施の形態を詳しく説明する。図中同一又は相当部分には同一符号を付してその説明を援用する。

【 0 0 2 2 】

〔第 1 の実施の形態〕

図 1 を参照して、トランスペアレントラッチ回路 1 0 は、マルチプレクサ (M U X) 1 と、マスタラッチ回路 2 と、スレーブラッチ回路 3 と、インバータ 4 と、ラッチ停止回路 5 とを備える。

【 0 0 2 3 】

M U X 1 はファンクションデータ信号 D I とスキャンデータ信号 S I とを受け、マスタラッチ回路 2 に出力する信号を選択する。具体的には、M U X 1 は図示

しない制御回路から出力されたセレクト信号 S E を受ける。セレクト信号 S E が L (論理ロー) レベルのとき、M U X 1 はマスタラッチ回路 2 にファンクションデータ信号 D I を出力する。セレクト信号 S E が H (論理ハイ) レベルのとき、M U X 1 はマスタラッチ回路 2 にスキャンデータ信号 S I を出力する。インバータ 4 はクロック信号 C L K を受け、反転して信号 ϕ I V 4 として出力する。ラッチ停止回路 5 は N A N D ゲートで構成される。ラッチ停止回路 5 は信号 ϕ I V 4 とテスト信号 T E とを受け、N A N D 演算結果を出力する。具体的には、テスト信号 T E が L レベルのとき、ラッチ停止回路 5 は H レベルのラッチ停止信号 ϕ G 5 を出力する。テスト信号 T E が H レベルのとき、ラッチ停止回路 5 は信号 ϕ I V 4 と相補の信号を信号 ϕ G 5 として出力する。

【 0 0 2 4 】

図 2 を参照して、マスタラッチ回路 2 は、N A N D ゲート 2 2 ~ 2 5 と、インバータ 2 1 とを含む。N A N D ゲート 2 2 は M U X 1 の出力信号 (ファンクションデータ信号 D I 又はスキャンデータ信号 S I) とインバータ 4 の出力信号 ϕ I V 4 とを受け、N A N D 論理演算結果を信号 ϕ G 2 2 として出力する。

【 0 0 2 5 】

N A N D ゲート 2 3 は、インバータ 2 1 の出力信号 ϕ I V 2 1 と信号 ϕ I V 4 とを受け、N A N D 論理演算結果を信号 ϕ G 2 3 として出力する。なお、インバータ 2 1 は M U X 1 の出力信号 (ファンクションデータ信号 D I 又はスキャンデータ信号 S I) を受け、反転する。N A N D ゲート 2 4 と 2 5 とは S R ラッチ回路 2 6 を構成する。S R ラッチ回路 2 6 内の N A N D ゲート 2 4 は 2 つの入力端子を有し、そのうち一方は N A N D ゲート 2 2 の出力端子と接続され、他方は N A N D ゲート 2 5 の出力端子と接続される。N A N D ゲート 2 5 は 2 つの入力端子を有し、そのうち一方は N A N D ゲート 2 3 の出力端子と接続され、他方は N A N D ゲート 2 4 の出力端子と接続される。

【 0 0 2 6 】

信号 ϕ G 2 2 が H レベルで信号 ϕ G 2 3 が L レベルのとき、S R ラッチ回路 2 6 は L レベルの信号 ϕ M を出力する。一方、信号 ϕ G 2 2 が L レベルで、信号 ϕ G 2 3 が H レベルのとき、S R ラッチ回路 2 6 は H レベルの信号 ϕ M を出力する。

。信号 $\phi G 2 2$ と信号 $\phi G 2 3$ とがともに H レベルのとき、S R ラッチ回路 2 6 は信号 ϕM をラッチする。

【0 0 2 7】

スレーブラッチ回路 3 の構成もマスタラッチ回路 2 の構成と同じである。ただし、スレーブラッチ回路 3 内の N A N D ゲート 2 2 はマスタラッチ回路 2 の出力信号 ϕM とラッチ停止回路 5 の出力信号 $\phi G 5$ とを受ける。また、N A N D ゲート 2 3 は信号 ϕM を反転するインバータ 2 1 の出力信号 $\phi I V 2 1$ とラッチ停止回路 5 の出力信号 $\phi G 5$ とを受ける。また、S R ラッチ回路 2 6 は信号 D O を出力する。

【0 0 2 8】

以上の回路構成を有するトランスペアレントラッチ回路 1 0 の通常時及びスキヤンテスト時の動作について説明する。

【0 0 2 9】

[通常時のトランスペアレントラッチ回路の動作]

通常動作時は、テスト信号 T E は L レベルとなる。また、M U X 1 に入力されるセレクト信号 S E は L レベルであるため、M U X 1 はファンクションデータ信号 D I を選択し、マスタラッチ回路 2 はファンクションデータ信号 D I を受ける。このとき、トランスペアレントラッチ回路 1 0 内のマスタラッチ回路 2 がラッチ回路として動作し、スレーブラッチ回路 3 は受けた信号を単にスルーする。以下、詳細に説明する。

【0 0 3 0】

(1) クロック信号 C L K が H レベルから L レベルに立ち下がる場合

クロック信号 C L K が H レベルから L レベルに立ち下がる場合、インバータ 4 の出力信号 $\phi I V 4$ は H レベルになる。ここで、ファンクションデータ信号 D I が L レベルのとき、N A N D ゲート 2 2 の出力信号 $\phi G 2 2$ は H レベルとなり、N A N D ゲート 2 3 の出力信号 $\phi G 2 3$ は L レベルとなる。その結果、S R ラッチ回路 2 6 は L レベルの信号 ϕM を出力する。一方、ファンクションデータ信号 D I が H レベルのとき、信号 $\phi G 2 2$ は L レベルとなり、信号 $\phi G 2 3$ は H レベルとなる。その結果、S R ラッチ回路 2 6 は H レベルの信号 ϕM を出力する。以

上より、クロック信号 CLK が H レベルから L レベルへ立ち下がった場合、マスタラッチ回路 2 はファンクションデータ信号 DI を信号 ϕ M として出力する。

【 0 0 3 1 】

このときスレーブラッチ回路 3 はマスタラッチ回路 2 の出力信号 ϕ M をそのままスルーし、信号 DO として出力する。具体的には、通常動作ではテスト信号 TE が L レベルのため、ラッチ停止回路 5 から H レベルのラッチ停止信号 ϕ G 5 が出力される。信号 ϕ M が H レベルの場合、NAND ゲート 2 2 の出力信号 ϕ G 2 2 は L レベルとなり、NAND ゲート 2 3 の出力信号 ϕ G 2 3 は H レベルとなるため、SR ラッチ回路 2 6 は H レベルの信号 DO を出力する。一方、信号 ϕ M が L レベルの場合、信号 ϕ G 2 2 は H レベル、信号 ϕ G 2 3 は L レベルとなり、SR ラッチ回路 2 6 は L レベルの信号 DO を出力する。よって、スレーブラッチ回路 3 は受けた信号 ϕ M をスルーし、信号 DO として出力する。

【 0 0 3 2 】

(2) クロック信号 CLK が L レベルから H レベルに立ち上がる場合

クロック信号 CLK が L レベルから H レベルに立ち上がる場合、マスタラッチ回路 2 は信号 ϕ M をラッチする。具体的には、信号 ϕ IV 4 が L レベルとなるため、マスタラッチ回路 2 内の NAND ゲート 2 2 及び 2 3 の出力信号 ϕ G 2 2 及び ϕ G 2 3 はともに H レベルとなる。よって、SR ラッチ回路 2 6 は信号 ϕ M をラッチする。

【 0 0 3 3 】

このときテスト信号 TE が L レベルのため、ラッチ停止回路 5 は H レベルのラッチ停止信号 ϕ G 5 を出力する。よってスレーブラッチ回路 3 は受けた信号 ϕ M をそのままスルーして、信号 DO として出力する。

【 0 0 3 4 】

以上より、トランスペアレントラッチ回路 1 0 は通常動作時はマスタラッチ回路 3 がラッチ回路として動作し、スレーブラッチ回路 3 は受けた信号 ϕ M をそのままスルーする。よって、トランスペアレントラッチ回路 1 0 は全体でラッチ回路として動作する。

【 0 0 3 5 】

[スキャンテスト時のトランスペアレントラッチ回路の動作]

図 3 を参照して、スキャンテスト時はテスト信号 T E が H レベルとなる。また、スキャンテスト時はスキャンデータ信号 S I を利用するため、セレクト信号 S E も H レベルとなる。時刻 t 1 で、クロック信号 C L K が H レベルに立ち上がると、インバータ 4 の出力信号 ϕ I V 4 は L レベルとなる。一方、セレクト信号 S E が H レベルのため、M U X 1 はスキャンデータ信号 S I を選択する。マスタラッチ回路 2 内の N A N D ゲート 2 2 及び 2 3 は L レベルの信号 ϕ I V 4 を受けるため、ともに H レベルの信号 ϕ G 2 2 又は ϕ G 2 3 を出力する。その結果、S R ラッチ回路 2 6 は信号 ϕ M をラッチする。時刻 t 1 では、マスタラッチ回路 2 はスキャンデータ信号 S I - 3 を受けるため、信号 ϕ M はスキャンデータ信号 S I - 3 と同じになる。よって、マスタラッチ回路 2 はクロック信号 C L K が H レベルの間（時刻 t 1 ～ t 2）、スキャンデータ信号 S I - 3 をラッチし続ける。

【 0 0 3 6 】

時刻 t 1 ～ t 2 でのスレーブラッチ回路 3 の動作に注目すると、ラッチ停止回路 5 は H レベルのテスト信号 T E と L レベルの信号 ϕ I V 4 とを受け、H レベルの信号 ϕ G を出力する。スレーブラッチ回路 3 が H レベルの信号 ϕ M を受けるとき、N A N D ゲート 2 2 は H レベルの信号 ϕ G 5 と H レベルの信号 ϕ M とを受け、L レベルの信号 ϕ G 2 2 を出力する。また、N A N D ゲート 2 3 は L レベルの信号 ϕ I V 2 1 と H レベルの信号 ϕ G 5 とを受け、H レベルの信号 ϕ G 2 3 を出力する。その結果、S R ラッチ回路 2 6 は H レベルの信号 ϕ D O を出力する。一方、スレーブラッチ回路 3 が L レベルの信号 ϕ M を受けるとき、N A N D ゲート 2 2 から H レベルの信号 ϕ G 2 2 が出力され、N A N D ゲート 2 3 から L レベルの信号 ϕ G 2 3 が出力される。その結果、S R ラッチ回路 2 6 は L レベルの信号 ϕ D O を出力する。よって、時刻 t 1 から遅延時間 Δt 分だけ遅れて、出力信号 ϕ D O は信号 ϕ M（つまりスキャンデータ信号 S I - 3）と同じレベルになる。遅延時間 Δt はトランスペアレントラッチ回路 1 0 の時定数により発生する。

【 0 0 3 7 】

続いて、時刻 t 2 ～ t 3 でのトランスペアレントラッチ回路 1 0 の動作を説明する。時刻 t 2 でクロック信号 C L K が L レベルとなると、マスタラッチ回路 2

内のNANDゲート22及び23に入力される信号 ϕ IV4はHレベルとなる。そのため、マスタラッチ回路2内のSRラッチ回路26は時刻 $t_2 \sim t_3$ で受けたスキャンテストデータ信号SIをそのままスルーし、出力する。

【0038】

一方、スレーブラッチ回路3では、時刻 t_2 でLレベルの信号 ϕ G5が入力される。そのため、スレーブラッチ回路3内のNANDゲート22及び23から出力される信号 ϕ G22及び ϕ G23はともにHレベルとなる。よってスレーブラッチ回路3内のSRラッチ回路26はスレーブラッチ回路3が受けた信号 ϕ M（すなわちスキャンデータ信号SI-3）を時刻 t_3 までラッチする。時刻 t_3 以降は時刻 $t_1 \sim t_2$ の動作を繰り返す。

【0039】

なお、時刻 t_5 でセレクト信号SEがLレベルとなり、MUX1がファンクションデータ信号S00を選択し、マスタラッチ回路2に出力しているが、これは複数のトランスペアレントラッチ回路10間にある論理コーンの出力を観測するためである。このとき、テスト信号TEはHレベルのままであるためマスタラッチ回路2及びスレーブラッチ回路3の動作はスキャンデータ信号SIを入力したときと同じである。

【0040】

以上の動作により、テスト動作時では、トランスペアレントラッチ回路10はクロック信号CLKの立ち上がりでマスタラッチ回路2が受けたスキャンテスト信号SIをラッチし、スレーブラッチ回路3が受けた信号 ϕ Mをスルーする。一方、クロック信号の立ち下がりでマスタラッチ回路2が受けたスキャンテスト信号SIをスルーし、スレーブラッチ回路3が出力信号DOをラッチする。よって、トランスペアレントラッチ回路10はフリップフロップ回路として動作する。

【0041】

本発明の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路10はテスト時にはフリップフロップ回路として動作するため1相のクロックでスキャンテストを実施することができ、かつ通常動作時にはラッチ回路として動作できる。そのため、RAMラッパーやサイクルスチールに必要なトランスペアレントラッチ回路を

本発明の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路 1 0 にすることで、1 相のクロックでスキャンテストすることができ、G S D でもテストカバレッジを向上することができる。

【 0 0 4 2 】

[第 2 の実施の形態]

第 1 の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路 1 0 では、通常動作時にラッチ停止信号 ϕ G 5 によりスレーブラッチ回路 3 が受けた信号をスルーすることで、通常動作時にラッチ回路として動作したが、通常動作時にマスタラッチ回路 2 が受けた信号をスルーし、スレーブラッチ回路 3 がラッチ回路として動作してもよい。

【 0 0 4 3 】

図 4 を参照して、トランスペアレントラッチ回路 2 0 は、トランスペアレントラッチ回路 1 0 と比較して、インバータ 4 及びラッチ停止回路 5 の代わりにラッチ停止回路 5 0 を設置する。ラッチ停止回路 5 0 は 2 つの入力端子を有し、そのうち一方の入力端子にテスト信号 T E を受け、他方の入力端子にクロック信号 C L K を受ける。ラッチ停止回路 5 0 は受けたテスト信号 T E 及びクロック信号 C L K を N A N D 論理演算し、その結果を出力する。具体的には、テスト信号 T E が L レベルのとき、ラッチ停止回路 5 0 は H レベルのラッチ停止信号 ϕ G 5 0 を出力する。テスト信号 T E が H レベルのとき、ラッチ停止回路 5 0 はクロック信号 C L K と相補の信号 $\overline{C L K}$ を出力する。ラッチ停止回路 5 0 の出力信号はマスタラッチ回路 2 内の N A N D ゲート 2 2 及び 2 3 に入力される。なお、スレーブラッチ回路 3 内の N A N D ゲート 2 2 及び 2 3 はクロック信号 ϕ C L K を受ける。その他の回路構成についてはトランスペアレントラッチ回路 1 0 と同じである。

【 0 0 4 4 】

以上に示した回路構成により、トランスペアレントラッチ回路 2 0 では、通常動作時にラッチ停止回路からラッチ停止信号 ϕ G 5 0 が出力される。その結果、マスタラッチ回路 2 は受けたファンクションデータ信号 D I をスルーする。このとき、スレーブラッチ回路 3 はクロック信号 C L K を受け、ラッチ回路として動

作する。一方、スキャンテスト時にラッチ停止回路 5 0 は信号 / C L K を出力する。その結果、マスタラッチ回路 2 及びスレーブラッチ回路 3 がともにラッチ回路として動作し、トランスペアレントラッチ回路 2 0 は全体でフリップフロップ回路として動作する。以上の結果、トランスペアレントラッチ回路 2 0 は通常動作時はラッチ回路として動作し、スキャンテスト時はフリップフロップ回路として動作するため、1 相のクロック信号によりスキャンテストされる G S D においてもテストカバレッジを向上できる。

【 0 0 4 5 】

[第 3 の実施の形態]

第 1 及び第 2 の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路は、通常動作ではトランスペアレントラッチ回路として動作し、スキャンテストではフリップフロップ回路として動作することで、G S D でもスキャンテストを可能とした。

【 0 0 4 6 】

第 1 の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路 1 0 同士を 2 個連結させれば、通常動作でもフリップフロップ回路として機能させることができる。具体的には、前段のトランスペアレントラッチ回路 1 0 内のマスタラッチ回路 2 がファンクションデータ信号 D I をラッチしているとき、後段のトランスペアレントラッチ回路 1 0 内のマスタラッチ回路 2 が入力信号をスルーし、前段のトランスペアレントラッチ回路 1 0 内のマスタラッチ回路 2 がファンクションデータ信号 D I をスルーしているとき、後段のトランスペアレントラッチ回路 1 0 内のマスタラッチ回路 2 が出力信号 D O をラッチするように動作させればよい。第 2 の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路 2 0 についても同様である。

【 0 0 4 7 】

上記のような動作をさせるためには、前段と後段のトランスペアレントラッチ回路の間にクロック信号 C L K を反転させるための回路素子を挿入する必要があるが、回路素子の挿入はクロックスキューを発生させるおそれがある。クロックスキューが発生すると誤動作の原因となるため、クロックスキューは防止できる方が望ましい。

【 0 0 4 8 】

第3の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路30は、図5に示すようにトランスペアレントラッチ回路10と20とを組合せた回路である。具体的には、トランスペアレントラッチ回路10内のスレーブラッチ回路3の出力端子と、トランスペアレントラッチ回路20のMUX1のファンクションデータ信号DIの入力端子とを接続し、トランスペアレントラッチ回路10のインバータ4の入力端子とトランスペアレントラッチ回路20のクロック信号CLK入力端子とを接続する。以下、図5に示したトランスペアレントラッチ回路30の通常時の動作を説明する。

【0049】

図6を参照して、通常動作時トランスペアレントラッチ回路30に入力されるテスト信号TEはLレベルとなる。その結果、トランスペアレントラッチ回路10内のスレーブラッチ回路3はラッチ停止回路5からラッチ停止信号 $\phi G5$ を受け、マスタラッチ回路2からの出力信号 ϕM を常時スルーしてトランスペアレントラッチ回路20へ出力する。よって、トランスペアレントラッチ回路10ではマスタラッチ回路2のみがラッチ回路として動作する。一方、トランスペアレントラッチ回路20内のマスタラッチ回路2はラッチ停止回路50からHレベルのラッチ停止信号 $\phi G50$ を受けるため、トランスペアレントラッチ回路10の出力信号をスルーしてトランスペアレントラッチ回路20内のスレーブラッチ回路3へ出力する。トランスペアレントラッチ回路20のスレーブラッチ回路3はラッチ回路として動作する。

【0050】

よって、通常動作時、トランスペアレントラッチ回路30では、トランスペアレントラッチ回路10内のマスタラッチ回路2と、トランスペアレントラッチ回路20内のスレーブラッチ回路3とがラッチ回路として動作する。時刻t10でクロック信号CLKがHレベルとなるとき、トランスペアレントラッチ回路10のマスタラッチ回路2に入力される信号 $\phi IV4$ はLレベルとなる。一方、トランスペアレントラッチ回路20内のスレーブラッチ回路3に入力されるクロック信号CLKはHレベルである。よって、時刻t10～t20では、トランスペアレントラッチ回路10内のマスタラッチ回路2が入力されたファンクションデー

タ信号D 1 をラッチし、トランスペアレントラッチ回路 2 0 内のスレーブラッチ回路 3 が、時刻 t 1 0 から時定数による遅延時間 Δt 2 後に、ファンクションデータ信号D 1 をスルーする。

【0 0 5 1】

時刻 t 2 0 でクロック信号C L KがLレベルとなったとき、トランスペアレントラッチ回路 1 0 内のマスタラッチ回路 2 は受けたファンクションデータ信号D 2 をスルーする。一方、トランスペアレントラッチ回路 2 0 内のスレーブラッチ回路 3 は出力信号D O（ファンクションデータD 1）をラッチする。以上の結果、トランスペアレントラッチ回路 3 0 は通常動作時はフリップフロップ回路として動作する。また、トランスペアレントラッチ回路 1 0 とトランスペアレントラッチ回路 2 0 との間に、クロック信号C L Kを反転させるための回路素子の挿入が不要のため、クロックスキューは発生しない。

【0 0 5 2】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、上述した実施の形態は本発明を実施するための例示に過ぎない。よって、本発明は上述した実施の形態に限定されることなく、その趣旨を逸脱しない範囲内で上述した実施の形態を適宜変形して実施することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路の構成を示すブロック図である。

【図 2】

図 1 中のマスタラッチ回路の回路構成の詳細を示す回路図である。

【図 3】

図 1 に示したトランスペアレントラッチ回路のスキマテスト時の動作を示すタイミング図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路の構成を示すブロック図である。

【図 5】

本発明の第 3 の実施の形態によるトランスペアレントラッチ回路の構成を示すブロック図である。

【図 6】

図 5 に示したトランスペアレントラッチ回路の通常動作時の動作を示すタイミング図である。

【図 7】

従来のトランスペアレントラッチ回路の構成を示す回路図である。

【図 8】

従来のフリップフロップ回路の構成を示す回路図である。

【図 9】

スキャンテストを説明するためのブロック図である。

【図 1 0】

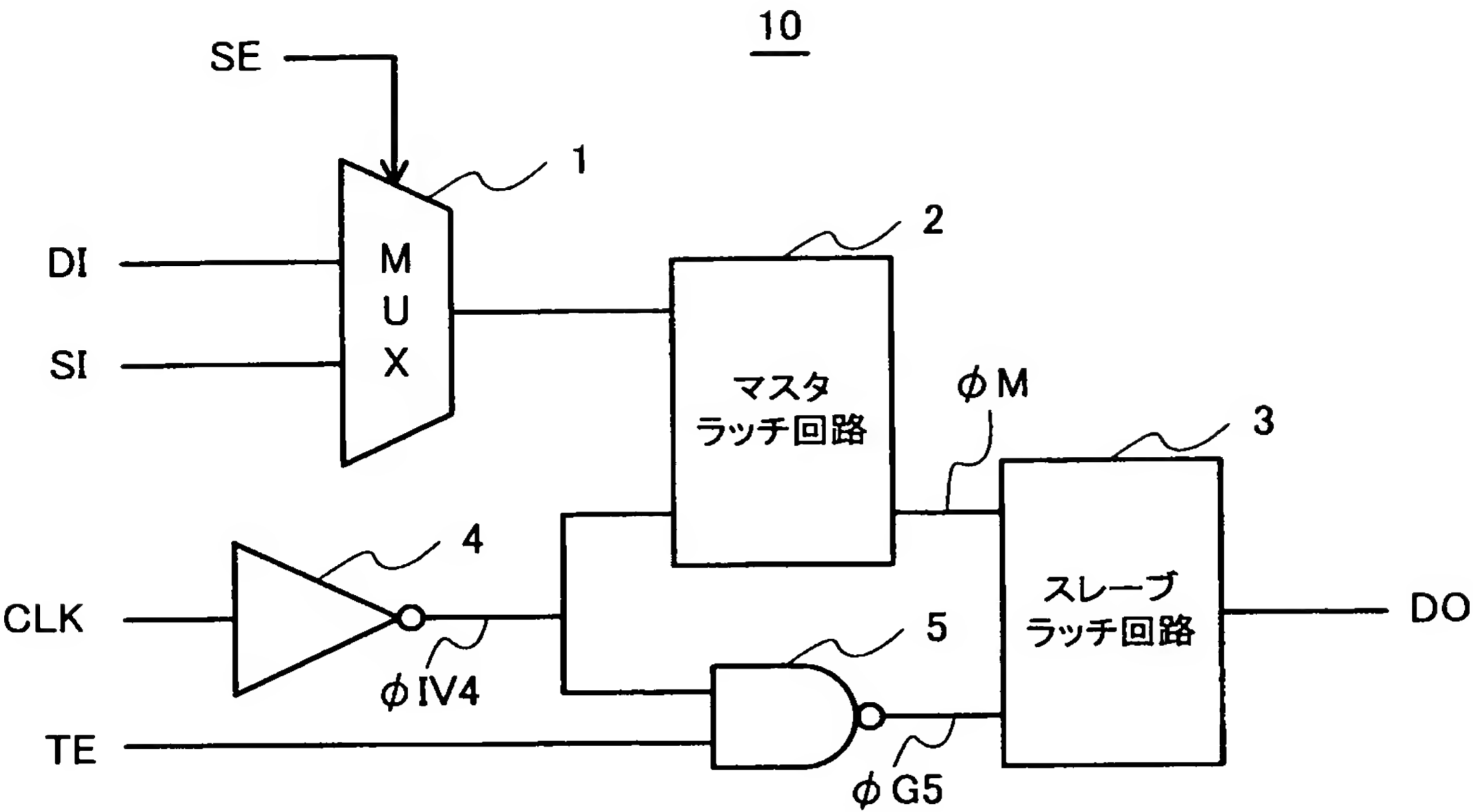
スキャンテストを説明するための他のブロック図である。

【符号の説明】

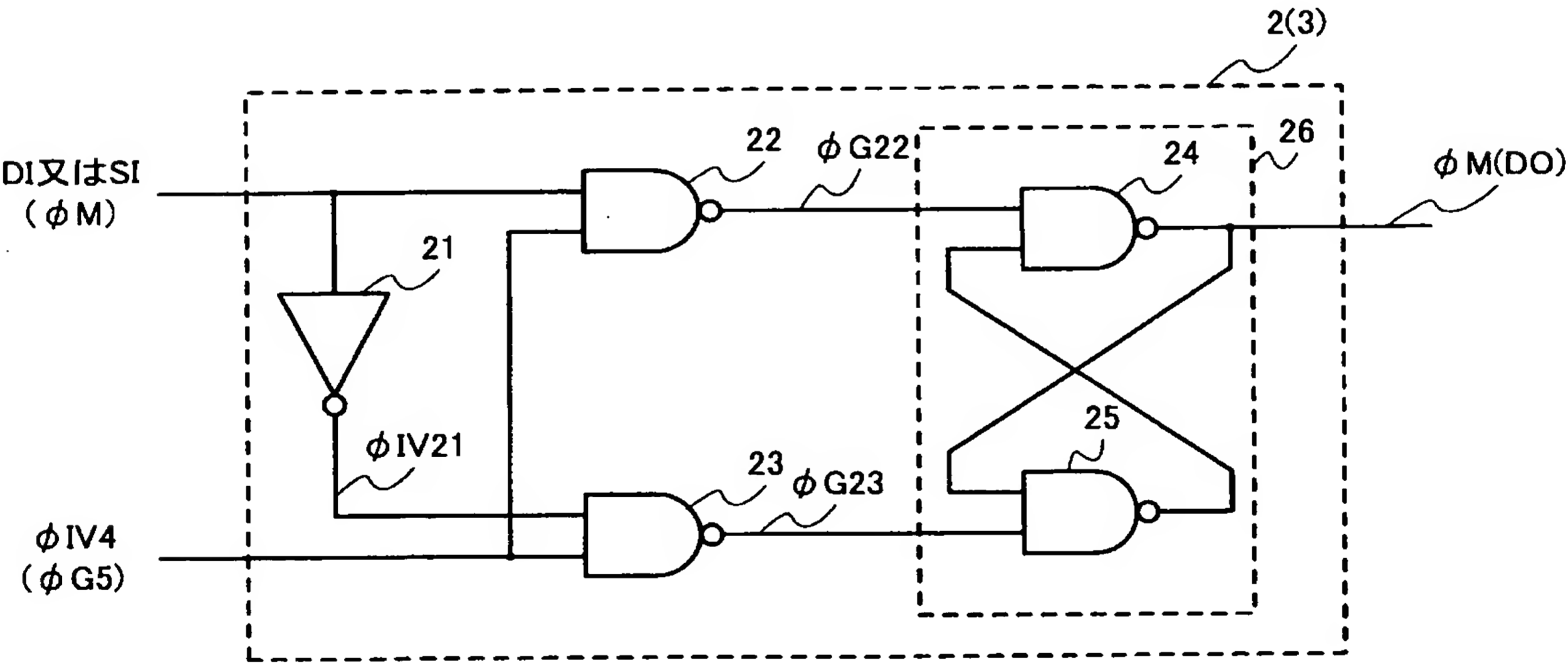
- 2 マスタラッチ回路
- 3 スレーブラッチ回路
- 5, 5 0 ラッチ停止回路
- 1 0, 2 0 トランスペアレントラッチ回路
- 3 0 ラッチ回路

【書類名】 図面

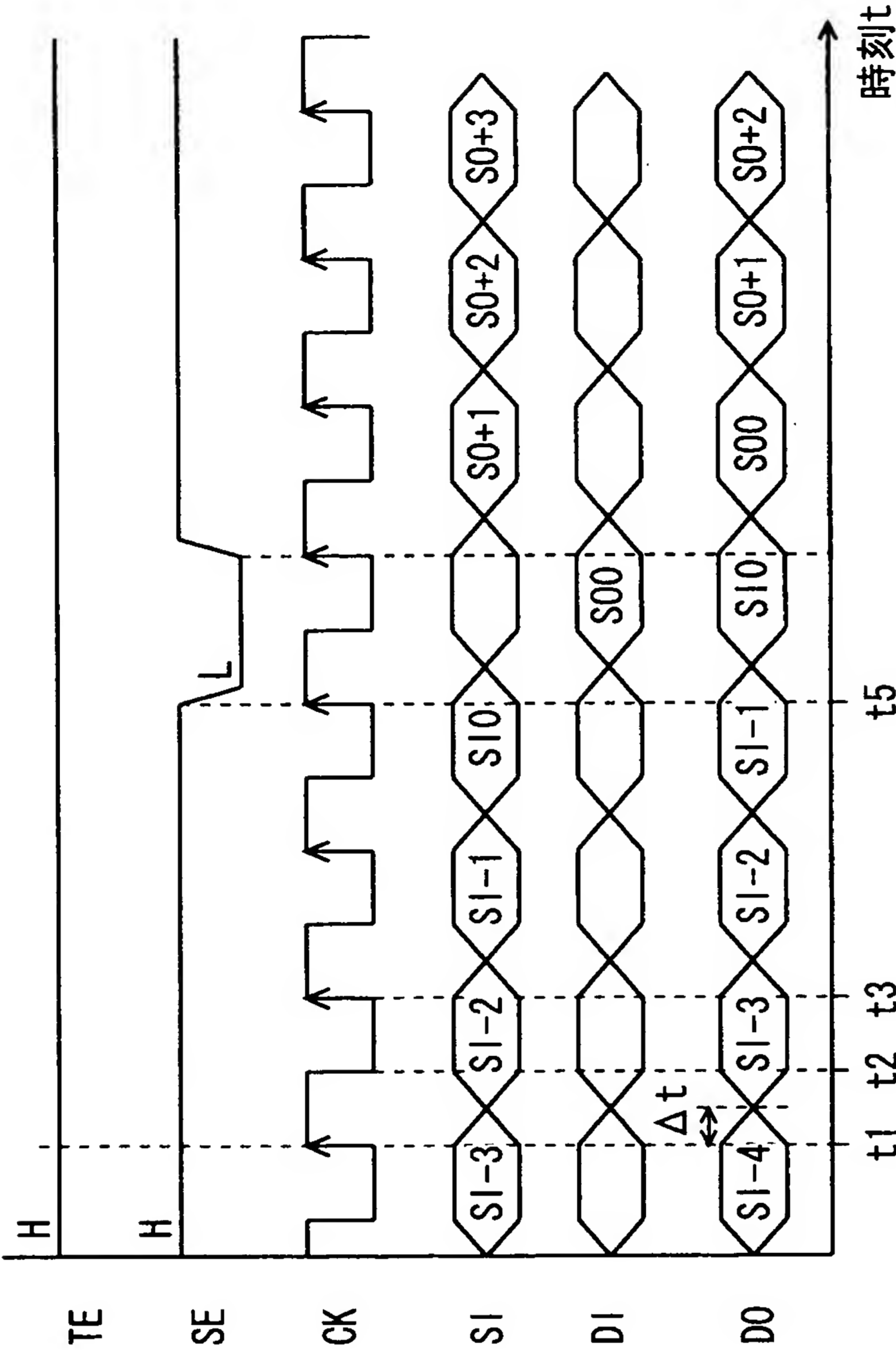
【図 1】



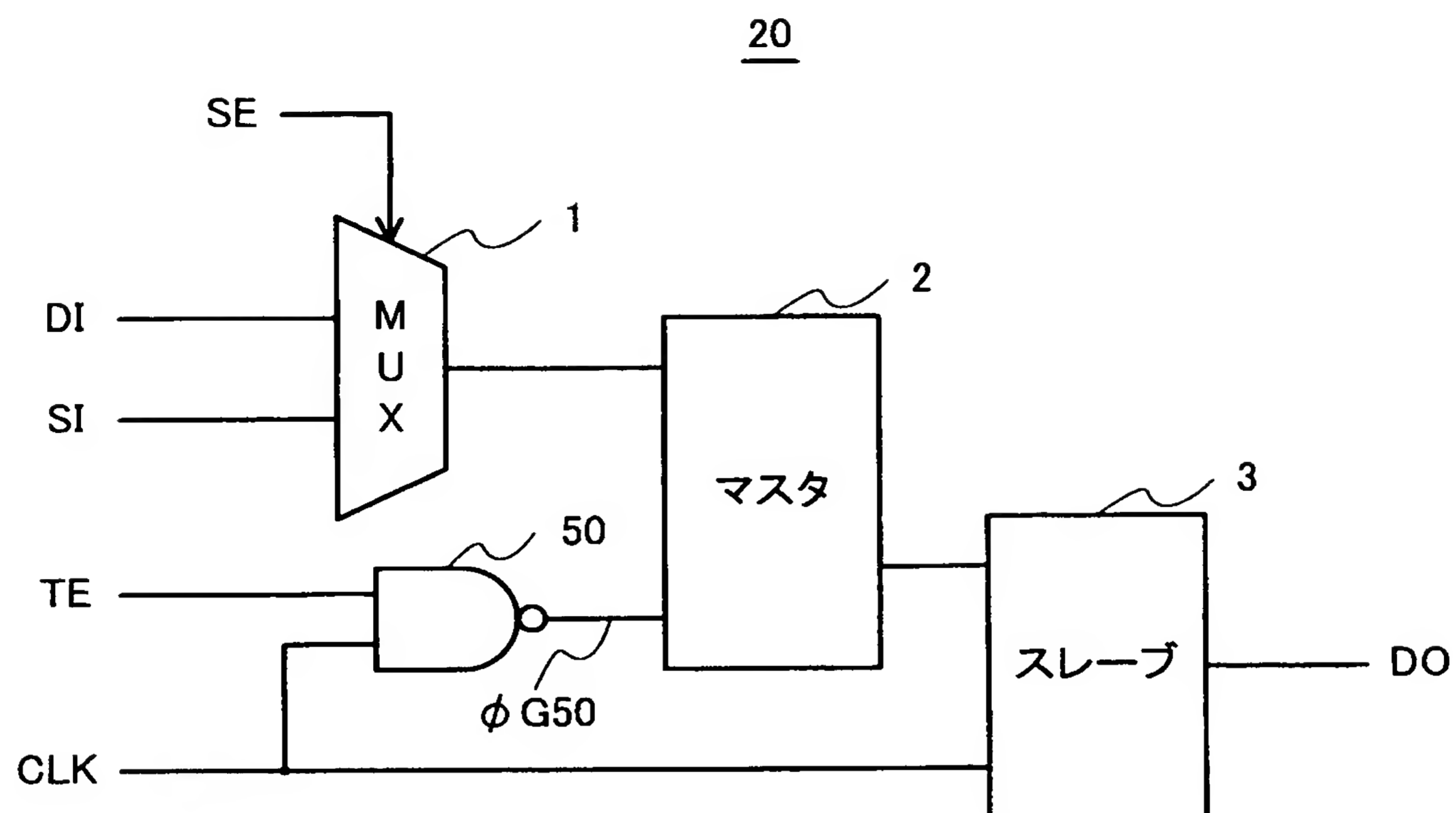
【図 2】



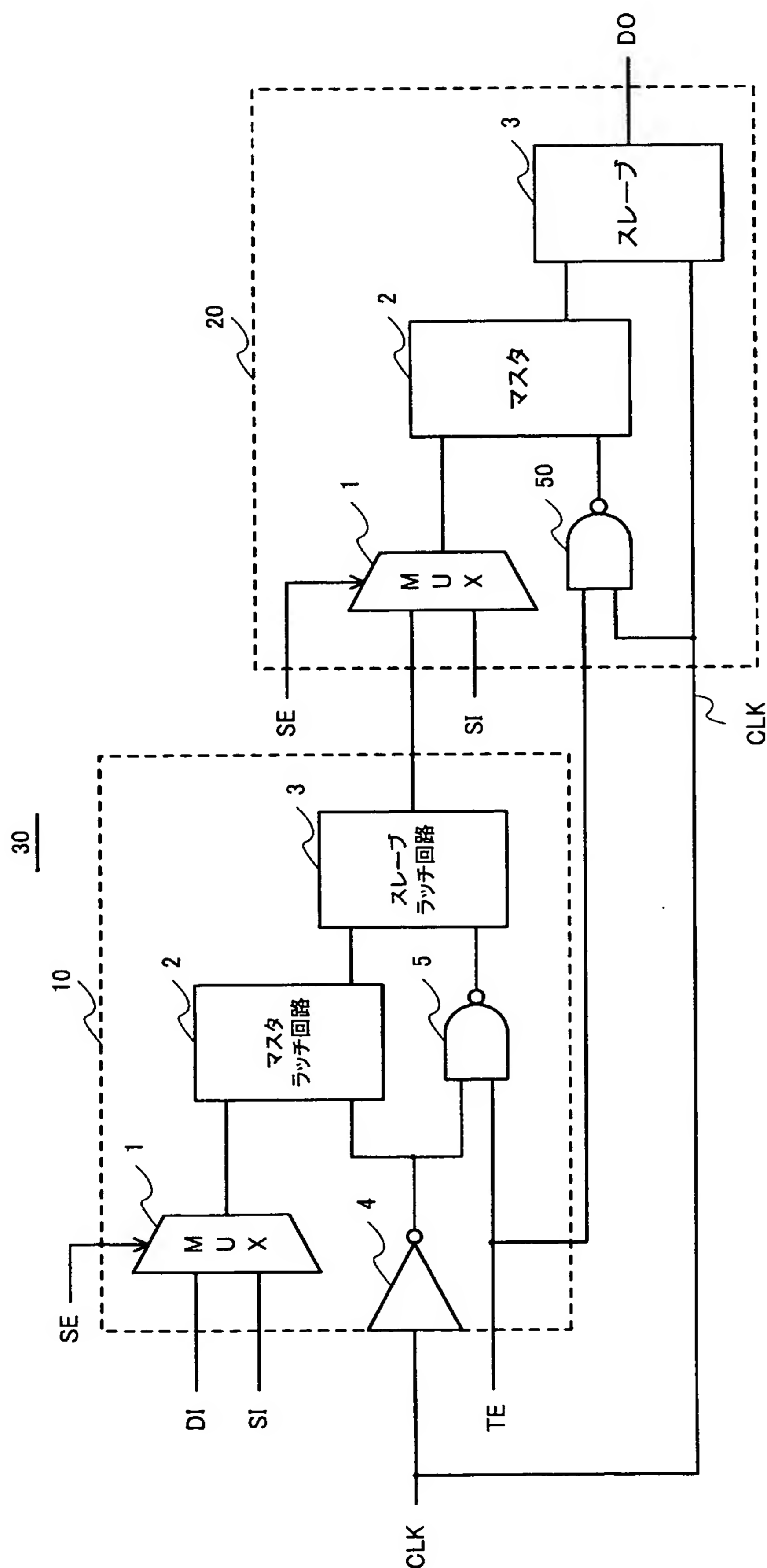
【図 3】



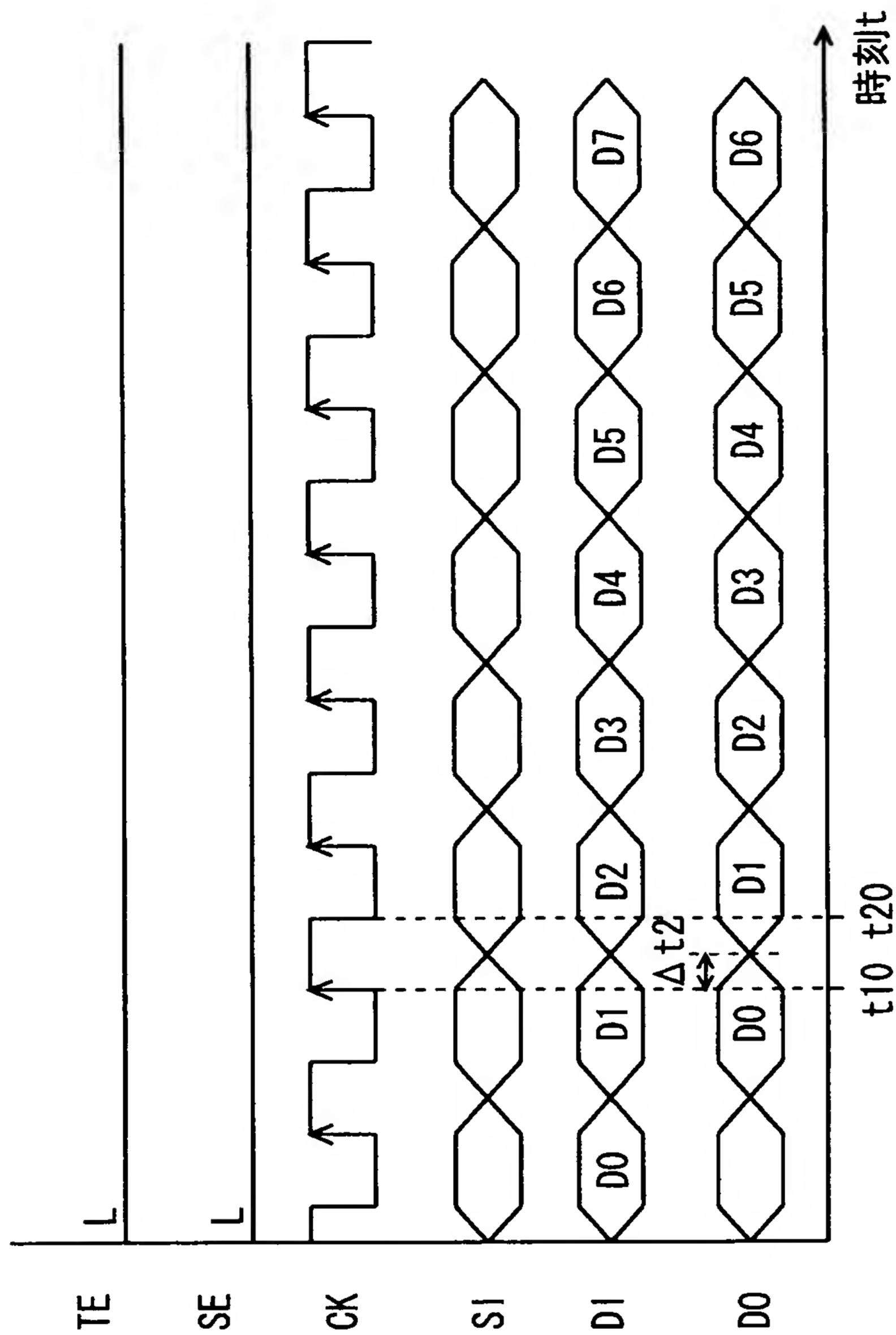
【図 4】



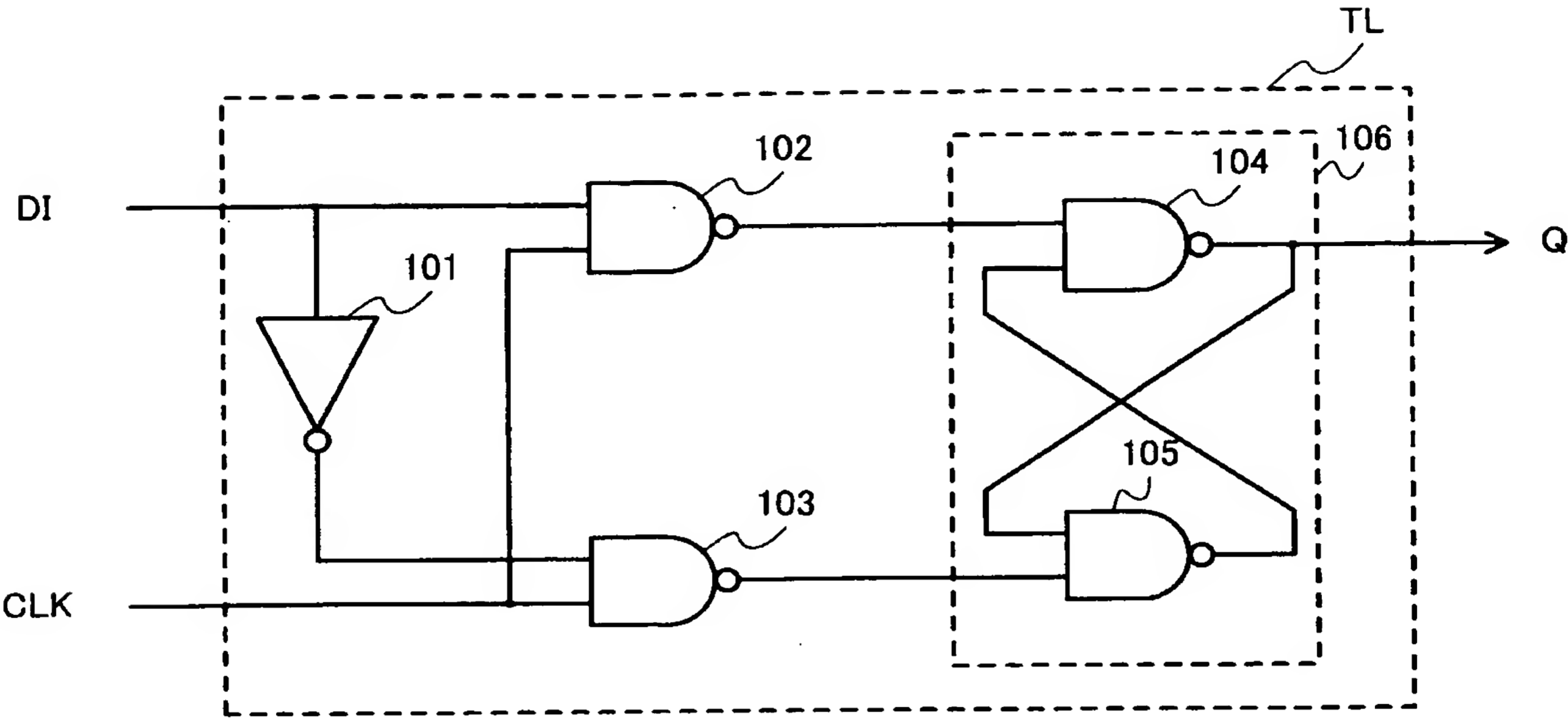
【図 5】



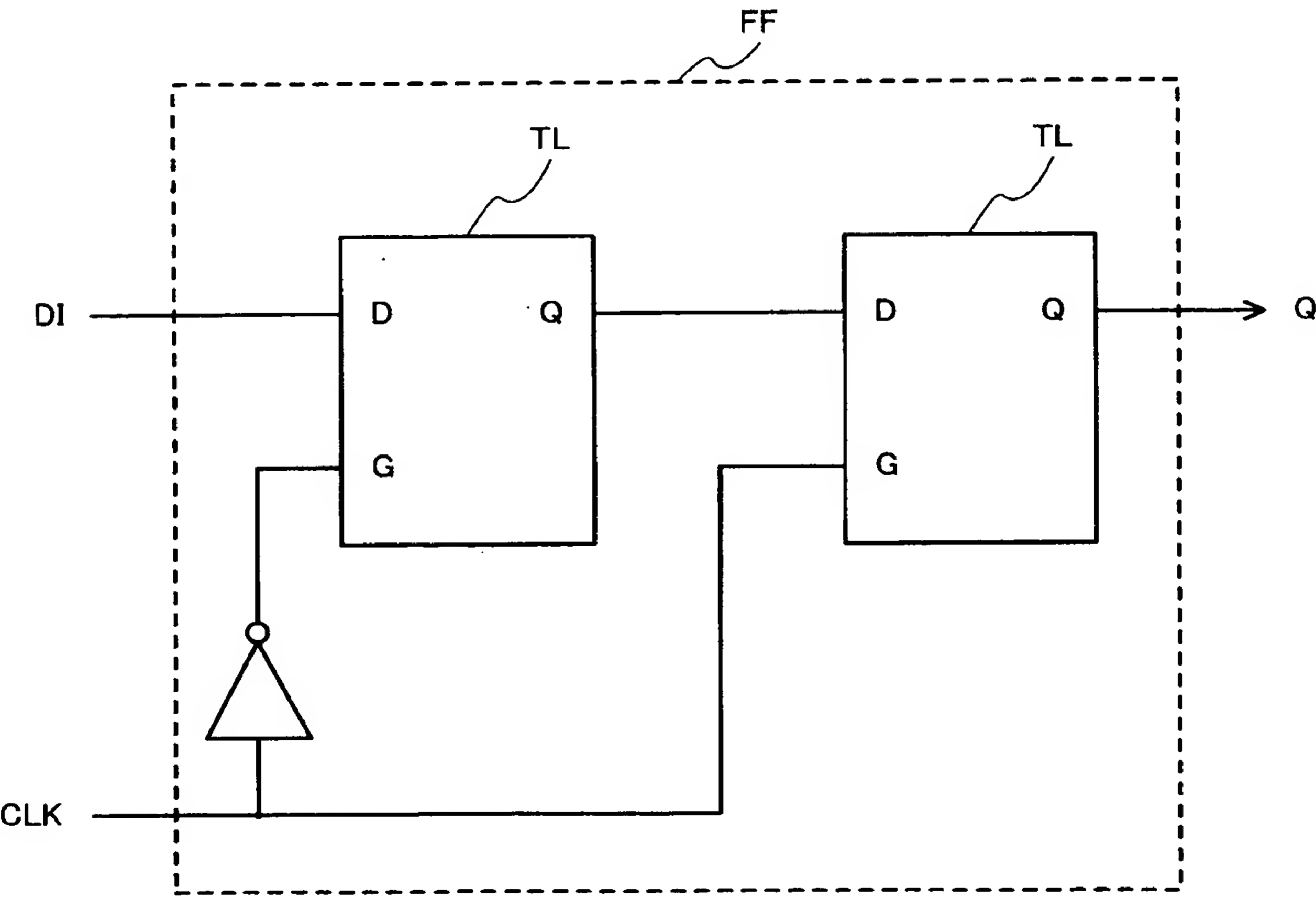
【図 6】



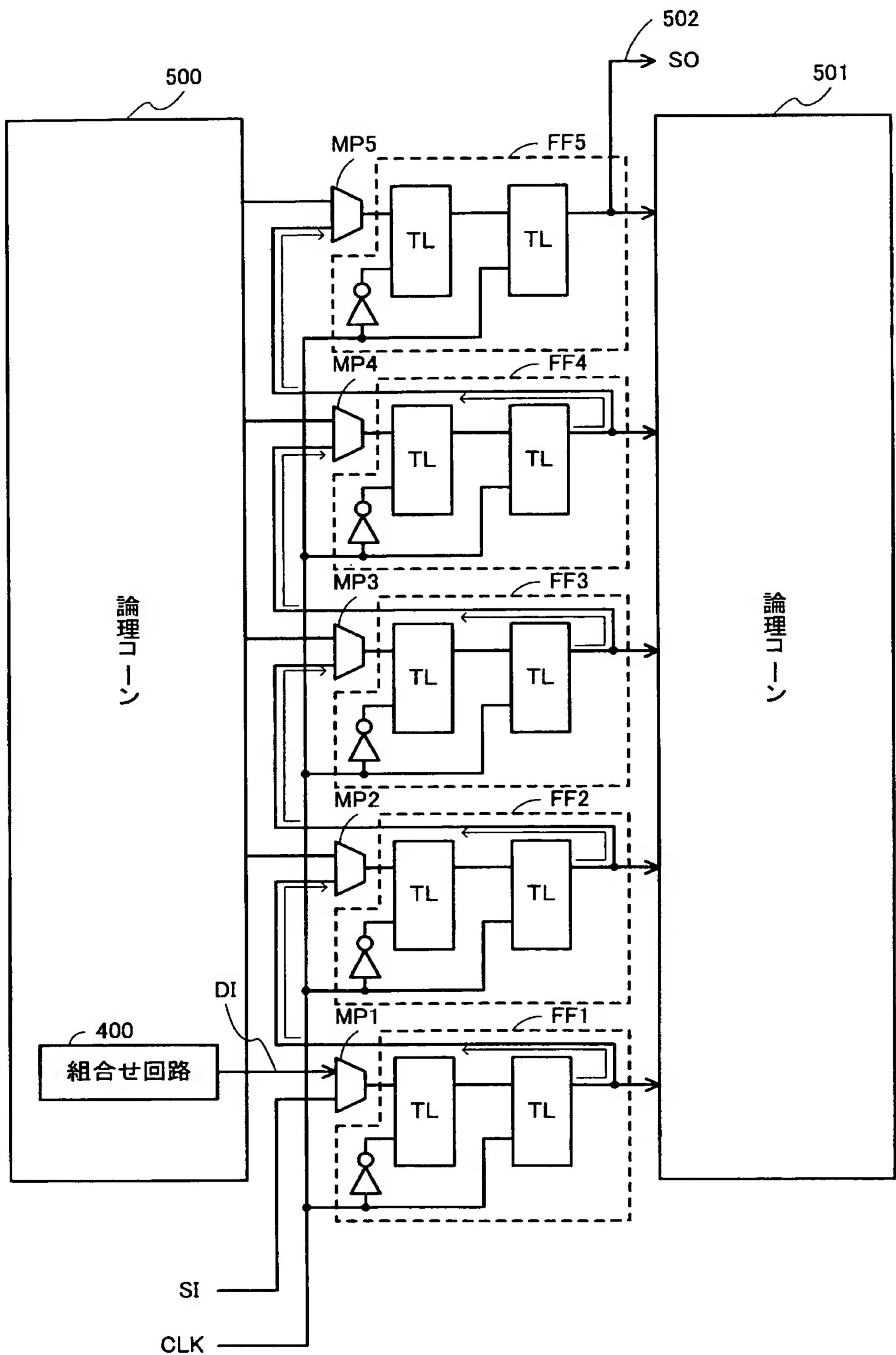
【図 7】



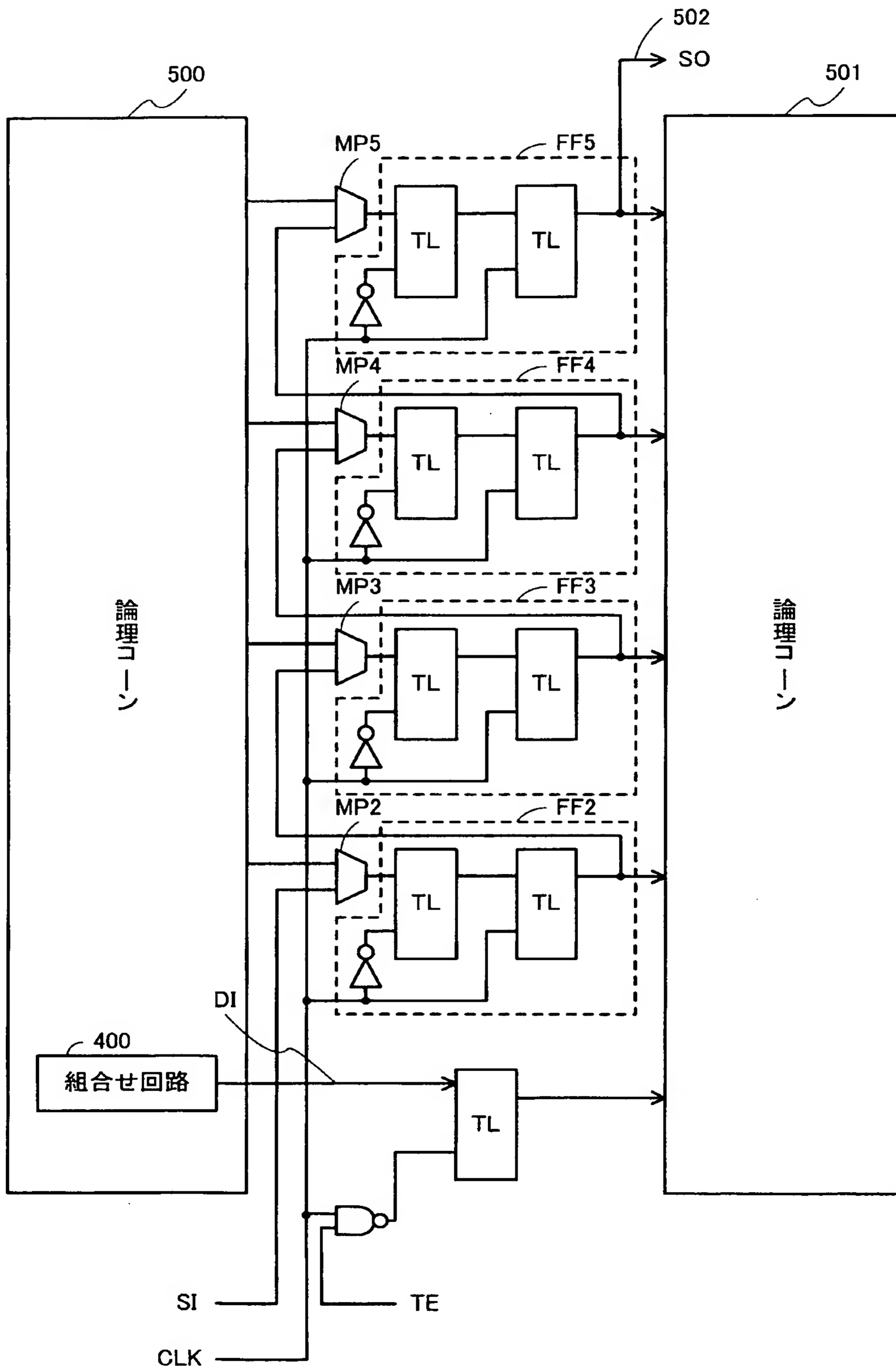
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 G S Dでスキャンテスト可能なトランスペアレントラッチ回路を提供する。

【解決手段】 トランスペアレントラッチ回路 1 0 において、通常動作時、テスト信号 T E は L レベルとなる。ラッチ停止回路 5 は H レベルのラッチ停止信号 ϕ G 5 が出力するため、スレーブラッチ回路 3 は受けた信号 ϕ M をそのままスルーし、マスタラッチ回路 2 はインバータ 4 から出力される信号 ϕ I V 4 に応答してラッチ回路として動作する。一方、スキャンテスト時、テスト信号 T E は H レベルとなる。このとき、ラッチ停止回路 5 は信号 ϕ I V 4 と相補の信号を信号 ϕ G 5 として出力する。よって、マスタラッチ回路 2 及びスレーブラッチ回路 3 は互いに相補の信号に応答するラッチ回路として動作し、トランスペアレントラッチ回路 1 0 全体としてはフリップフロップ回路として動作する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 8 5 0 5 4
受付番号	5 0 3 0 1 0 7 8 7 6 1
書類名	特許願
担当官	小松 清 1 9 0 5
作成日	平成 1 5 年 7 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	390009531
【住所又は居所】	アメリカ合衆国 1 0 5 0 4、ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャード ロード
【氏名又は名称】	インターナショナル・ビジネス・マシーンス・コーポレーション

【代理人】

【識別番号】	100086243
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	坂口 博

【代理人】

【識別番号】	100091568
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番地 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 大和事業所内
【氏名又は名称】	市位 嘉宏

【代理人】

【識別番号】	100108501
【住所又は居所】	神奈川県大和市下鶴間 1 6 2 3 番 1 4 日本アイ・ビー・エム株式会社 知的所有権
【氏名又は名称】	上野 剛史

【復代理人】

【識別番号】	100104444
【住所又は居所】	大阪府大阪市北区天満 2 丁目 2 番 1 号 角野ビル 2 階 インテリクス国際特許事務所
【氏名又は名称】	上羽 秀敏

特願 2 0 0 3 - 1 8 5 0 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 . 0 0 0 9 5 3 1]

1 . 変更年月日

2 0 0 2 年 6 月 3 日

[変更理由]

住所変更

住 所

アメリカ合衆国 1 0 5 0 4 、 ニューヨーク州 アーモンク ニ
ュー オーチャード ロード

氏 名

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーショ
ン

2 . 変更年月日

2 0 0 3 年 1 2 月 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

アメリカ合衆国 1 0 5 0 4 ニューヨーク州 アーモンク ニ
ュー オーチャード ロード

氏 名

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーショ
ン